

วิเคราะห์คุณภาพ Resistant starch จากแป้งพืชศักยภาพ
Quality analysis of resistant starch from potential crops

จารุวรรณ บางแวก นฤเทพ เวชภิบาล
กลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Resistant starch is the starch that hardly digests by alpha amylase enzyme. Generally, flour and starch are composed with carbohydrate protein lipid fiber ash. The amount of these components was varied depended upon the kinds of crop. Carbohydrate which was contained amylose and amylopectin in starch granule was digested by alpha amylase enzyme in saliva in mouth to get glucose. Then glucose was accumulated in blood stream. High glucose in blood, is caused of diabetes, high blood pressure etc. The variation of chemical components in starch caused might cause of the differences of resistant starch potential. The aim of this study was to find out what crop can be produced resistant starch in term of giving low amount of glucose in digestion by alpha amylase enzyme. This experiment was conducted at Postharvest and Processing Research Development Office. Lotus taro banana etc. getting lower quantity of glucose than hard rice soft rice and glutinous rice. Also products from resistant will get lower glucose. Product processing will make products having lower glucose than raw materials.

บทคัดย่อ

Resistant starch หรือ แป้งย่อยยาก คือเป็นแป้งที่ย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสแล้วจะได้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำ โมเลกุลแป้งจะมีองค์ประกอบทางเคมี เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย ถ้าขึ้นกับชนิดแป้ง ด้วยลักษณะดังกล่าวทำให้คุณสมบัติความเป็นแป้งย่อยยากต่างกัน คุณสมบัติของการเป็นแป้งย่อยยากคือ เมื่อรับประทานแล้วเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสที่มีอยู่ในน้ำลาย และลำไส้ตอนบนจะย่อยให้เป็นน้ำตาลกลูโคสแล้วสะสมในเส้นเลือด ถ้าแป้งเป็นชนิดที่ย่อยแล้วให้น้ำตาลกลูโคสมาก เช่น ข้าว ก็จะทำให้ผู้ป่วยโรคมีน้ำตาลในเลือดสูง ผู้ป่วยเบาหวาน หรือ ความดันโลหิตสูง มีปริมาณน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น แป้งย่อยยากมีหลายประเภท ซึ่งควรทำการศึกษาเบื้องต้นว่าแป้งจากพืชชนิดต่างๆในประเทศไทยมีคุณสมบัติเป็นแป้งย่อยยากหรือไม่ โดยรวบรวมแป้งพืชชนิดต่างๆ จากแหล่งต่างๆ มาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลกลูโคสเมื่อย่อยด้วย

เอนไซม์แอลฟาอมิเลส ทั้งศึกษาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้งชนิดต่างๆ ว่าเอนไซม์แอลฟาอมิเลสมีความสามารถในการย่อยอย่างไร จากการศึกษาที่สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ปี 2554-55 พบว่า แป้งหลายชนิด เมื่อถูกย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลสจะให้น้ำตาลกลูโคสต่ำกว่าการย่อยแป้งข้าวที่มีอมิเลสสูง คือ ชัยนาท1 อมิเลสต่ำคือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ข.6 คือ ถั่วต่างๆ บัวเผือก กล้วย มันเทศ ข้าวโพด มันเลือด มันเหน็บ เป็นต้น เมื่อนำแป้งไปแปรรูป ขบวนการแปรรูปจะทำให้แป้งมีความเป็นแป้งย่อยยากมากขึ้น เช่น โจ๊ก เส้นหมี่ จะย่อยยากกว่าข้าวสุก ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งย่อยยาก เช่น นํ้านมถั่วเหลือง วุ้นเส้น ขนมอบกรอบจากแป้งสาลี เป็นต้น

คำนำ

Resistant starch หรือ แป้งย่อยยาก เป็นแป้งที่เมื่อบริโภคแล้ว มีการย่อยในขบวนการย่อยในส่วนของปาก และลำไส้ตอนบนที่มีเอนไซม์แอลฟาอมิเลสได้น้ำตาลกลูโคสในปริมาณต่ำ ลักษณะการเป็นแป้งย่อยยากหรือ Resistant starch แป้งพืชแต่ละชนิดจะมีระดับการถูกย่อยที่ต่างกัน ซึ่งมีการจัดแบ่ง resistant starch เป็นประเภทต่างๆ 4 ประเภท คือ **ประเภทที่ 1** แป้งที่ไม่สามารถย่อยได้ เช่น แป้งจากเมล็ดถั่ว และเมล็ดพืชทั้งเมล็ดที่ไม่ผ่านขบวนการปรุงอาหาร **ประเภทที่ 2** แป้งที่ไม่ผ่านการปรุง เช่น มันฝรั่งที่ไม่ได้ปรุง กล้วยดิบ ข้าวโพดที่มีอมิเลสสูง **ประเภทที่ 3** แป้งที่ผ่านการปรุงอาหารและมีลักษณะเป็น resistant starch เช่น ถั่วที่ผ่านการปรุงอาหาร คอร์นเฟลค มันฝรั่งที่ผ่านการปรุง และแช่เย็น หรือ ข้าวโพดที่มีอมิเลสสูงที่ผ่านการ retrograde **ประเภทที่ 4** แป้งที่ผ่านขบวนการทางเคมีให้ต้านทานการย่อย และไม่พบในธรรมชาติ

ลักษณะย่อยยากหรือ การเป็น Resistant starch จึงเป็นแป้งประเภทหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะแป้งที่บริโภคแล้วได้น้ำตาลกลูโคสต่ำ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยเบาหวาน ผู้เป็นโรคอ้วน ความดันโลหิตสูง เป็นต้น เพราะโดยทั่วไปแป้งที่รับประทานเข้าไปจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในระบบการย่อยอาหารให้เป็นน้ำตาลกลูโคส และถูกดูดซึมเก็บไว้ในเส้นเลือด มีผลต่อผู้ป่วยเป็นโรคต่างๆ ได้ แต่ถ้าสามารถนำแป้ง resistant starch ที่ย่อยให้เป็นน้ำตาลกลูโคสได้ยากาบริโภค หรือนำมาผลิตเป็นอาหารสุขภาพก็จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยที่ไม่ต้องการน้ำตาลกลูโคสได้ และเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่แป้งและผลิตภัณฑ์จากแป้งที่มีอยู่

ระบบการย่อยอาหาร

ในขั้นตอนแรกของการย่อยในร่างกาย เมื่อเคี้ยวอาหาร ภายในปากจะมีน้ำลายซึ่งมีเอนไซม์แอลฟาอมิเลสที่จะย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่นเดียวกับในลำไส้ตอนบน แล้วน้ำตาลกลูโคสที่ได้จะถูกดูดซึมเข้าสู่เส้นเลือดและสะสมในเส้นเลือด ทำให้ผู้ที่บริโภคแป้งมากๆ มีระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูง แพทย์จึงมักจะแนะนำให้ลดอาหารที่ทำจากแป้ง

การย่อยแป้ง โดยการใช้เอนไซม์ ซึ่งมีเอนไซม์หลายชนิด เช่น อมิเลส (amylase) เป็นเอนไซม์ (enzyme) ชนิดหนึ่งที่สามารถไฮโดรไลซ์พันธะในโมเลกุลของสตาร์ช (starch) ให้มีขนาดของโมเลกุลเล็กลง

ทำให้ได้เป็นเดกซ์ทริน (dextrin) และน้ำตาล (sugar) ไคแซ็กคาไรด์ หรือน้ำตาลโมเลกุลคู่ เช่น มอลโทส (maltose) มอนแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว) เช่น กลูโคส (glucose)

แอลฟาอมิเลส (alpha-amylase) เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์พันธะไกลโคไซด์ภายในสายพอลิเมอร์ของโมเลกุลสตาร์ช (starch) และไกลโคเจน (glycogen) ที่ตำแหน่งแอลฟา 1-4 แบบสุ่มทำให้โมเลกุลของสตาร์ช และไกลโคเจนถูกไฮโดรไลซ์ได้น้ำตาล เช่น มอลโทส (maltose) และกลูโคส (glucose) อย่างรวดเร็ว เอนไซม์แอลฟาอมิเลส พบทั่วไปในระบบการย่อยอาหาร (digestive system) ของมนุษย์ และสัตว์เช่น ในน้ำลายและน้ำย่อยจากตับอ่อน

ชนิดของเอนไซม์อมิเลส

-แอลฟาอมิเลส (alphaamylase) เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์พันธะไกลโคไซด์ภายในสายพอลิเมอร์ของโมเลกุลสตาร์ช (starch) และไกลโคเจน (glycogen) ที่ตำแหน่งแอลฟา 1-4 แบบสุ่มทำให้ได้น้ำตาล เช่น น้ำตาลมอลโทส (maltose) และกลูโคส (glucose) อย่างรวดเร็ว เอนไซม์แอลฟาอมิเลส พบทั่วไปในระบบการย่อยอาหาร (digestive system) ของมนุษย์ และสัตว์เช่น ในน้ำลายและน้ำย่อยจากตับอ่อน

ในอุตสาหกรรมอาหารใช้เอนไซม์นี้ในการไฮโดรไลซ์สตาร์ช (starch hydrolysis) ในขั้นตอนการทำ liquefaction เพื่อลดความหนืดของสารละลายสตาร์ช ภายหลังการเกิดเจลาติไนซ์ (gelatinization) เพื่อผลิตน้ำเชื่อมกลูโคส

-บีตาอมิเลส (beta-amylase) เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์สตาร์ช (starch) ที่ตำแหน่งแอลฟา 1-4 ของพันธะไกลโคไซด์ที่เฉพาะส่วนปลายสายด้านที่เป็นนอนรีดิวิส (non reducing end) เข้ามาทีละ 2 หน่วย ทำให้ได้น้ำตาลมอลโทส (maltose) เอนไซม์นี้ไม่พบในน้ำย่อยของมนุษย์ แต่พบในรา (mold) แบคทีเรีย (bacteria) เช่น Bacillus cereus และพบในผลไม้ระหว่างการสุก (ripening)

ทั้งแอลฟาอมิเลส และบีตาอมิเลสพบในเมล็ดธัญพืช (cereal grain) เช่น ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ที่มีการเพาะให้เมล็ดธัญพืชงอก (malting) ก่อนนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเบียร์ แล้วจึงนำมาเตรียมเป็นเวอร์ต (wort) ระหว่างนี้เอนไซม์อมิเลสในข้าวมอลต์ จะไฮโดรไลซ์สตาร์ช (starch) หากได้ปริมาณน้ำตาลมาก เมื่อนำไปหมักจะได้แอลกอฮอล์มากด้วย เอนไซม์แอลฟาอมิเลสจะทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่าเอนไซม์บีตา อมิเลส หากการไฮโดรไลซ์ได้เดกซ์ทรินสูง จะได้แอลกอฮอล์น้อย ถ้าอุณหภูมิต่ำบีตาอมิเลสจะทำงานได้ดี ได้ น้ำตาลมอลโทสมากและได้เดกซ์ทรินต่ำ เมื่อนำไปหมักจะได้แอลกอฮอล์มาก

ขั้นตอนการย่อยแป้ง

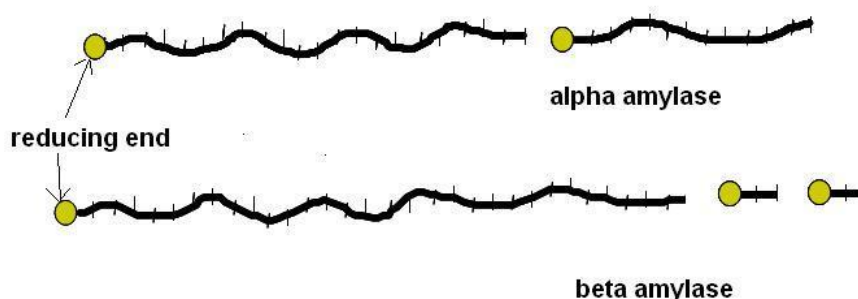
การย่อยแป้ง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1 การเจลาติไนซ์ (gelatinization) เป็นขั้นตอนทำให้เม็ดสตาร์ช (starch granule) พองตัวดูดน้ำเข้าไปเต็มๆ โดยให้ความร้อนน้ำแป้งจนถึงอุณหภูมิเจลาติไนซ์ (gelatinization temperature)

2 การเกิดลิเควแฟชัน (Liquefaction) เป็นการลดความหนืดของแป้งหลังการเกิดเจลาติไนซ์ (gelatinization) โมเลกุลแป้งมีสายสั้นลง ด้วยการตัดพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic linkage) ที่เชื่อมระหว่างโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสซึ่งปัจจุบัน ทำได้ด้วยการใช้เอนไซม์ แอลฟาอะไมเลส (alpha amylase) แทนการย่อยโดยการใช้กรดที่อุณหภูมิสูงกว่า 160 องศาเซลเซียส

3 การเกิด แซคคาริฟิเคชัน (saccharification) เป็นการย่อยโมเลกุลของสตาร์ช ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ น้ำตาลกลูโคส (glucose) น้ำตาลโมเลกุลคู่ คือ มอลโตส (maltose) ด้วยการใช้อะไมเลส เช่น amylase, Amyloglucosidase

แกมมาอะไมเลส เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลสสายพอลิเมอร์ของสตาร์ช (starch) ได้ทั้งที่พันธะไกลโคไซด์ที่ตำแหน่งแอลฟา 1-4 และแอลฟา 1-6 จึงสามารถไฮโดรไลสโมเลกุลของอะมิโลเพกทิน (amylopectin) ซึ่งโมเลกุลมีสายแขนง โดยจะไฮโดรไลสจากส่วนปลายด้านนอนรีดิวส์ (non reducing end) (ภาพที่ 1) เข้ามาทีละ 1 หน่วยได้น้ำตาลกลูโคส (glucose) ผลิตได้โดยรา (mold) แบคทีเรีย (bacteria)



ภาพที่ 1 ลักษณะของสายน้ำตาลที่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ประเภทอะไมเลส ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลสั้นๆ น้ำตาลที่ได้จะต่างกันขึ้นกับชนิดของเอนไซม์

แป้งพืชในประเทศไทย

แป้งพืชพื้นเมืองในประเทศไทยหลายชนิด เช่น เผือก มันเทศ มันขี้หนู (*Coleus parvifolius* Benth.) มันเลียด มันเหน็บ กลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) มันแกว (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urb.) ถั่วชนิดต่างๆ (*Musa sapientum* Linn.) แถ่นตะวัน (*Jerusalem artichoke*) ถั่วชนิดต่างๆ เช่น ถั่วแดง (*Phaseolus vulgaris*) ถั่วดำ (*Vigna sinensis* Savier) ถั่วหรั่ง (*Vigna subterranean*) เป็นต้น จึง

ควรนำมาศึกษาคุณสมบัติความเป็น resistant starch แบ่งต่างๆจะคุณสมบัติต่างกันเป็นเพราะมีองค์ประกอบทางเคมีต่างกัน

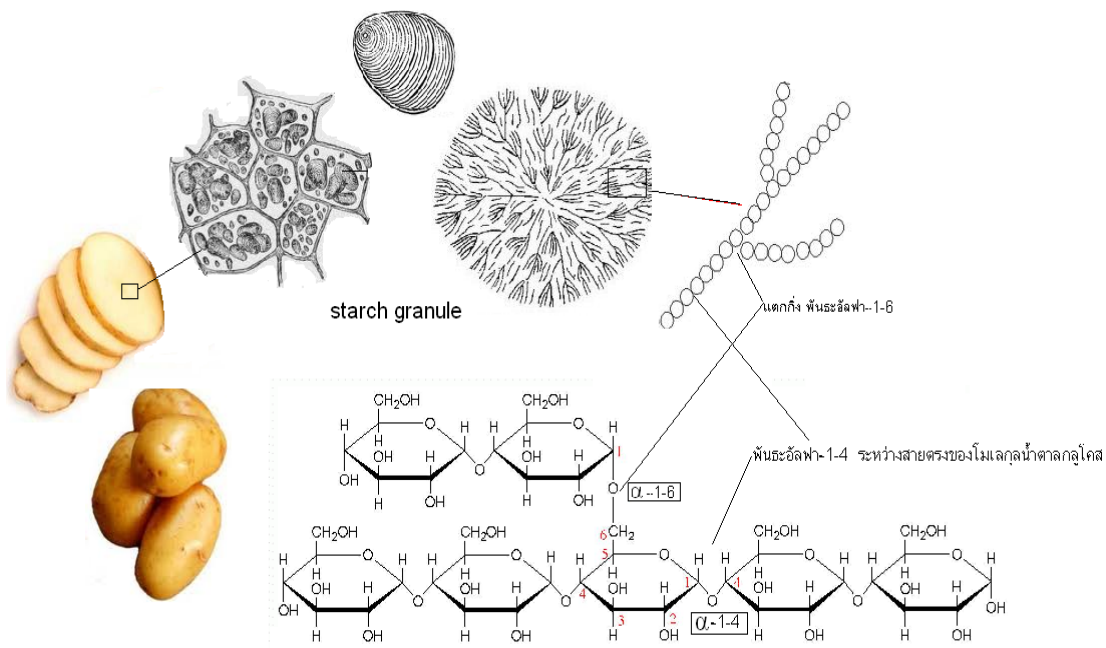
องค์ประกอบทางเคมีของแป้ง

องค์ประกอบทางเคมีของแป้งพืช คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย ถ้า ความชื้น องค์ประกอบเหล่านี้จะมีผลทำให้คุณสมบัติของแป้ง เช่น ความแข็ง ความร่วน ความนุ่ม ความหนืด ความหืน ระยะเวลาเก็บรักษา ต่างกัน และมีผลต่อความยากในการย่อยของเอนไซม์แอลฟาอมิเลสในระบบการย่อยของร่างกายด้วย

คาร์โบไฮเดรต

แป้งหรือคาร์โบไฮเดรตเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส ที่มีประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) มีสูตรทางเคมีโดยทั่วไปคือ $(C_6H_{12}O_6)_n$ เป็น anhydroglucose unit เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ glucosidic linkage ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ทางด้านตอนปลายของสายพอลิเมอร์ มีหน่วยกลูโคสที่มีหมู่แอลดีไฮด์ เรียกว่า reducing end group (ภาพที่ 1)

การต่อกันของโมเลกุลน้ำตาลจะต่อกันเป็นเส้นสาย 2 แบบ คือ พอลิเมอร์เชิงเส้นที่โมเลกุลกลูโคสต่อกันที่ตำแหน่ง α -1,4 d glucose เรียก อมิโลส และพอลิเมอร์เชิงกิ่งที่โมเลกุลกลูโคสต่อกันที่ตำแหน่ง 1,4 α -1,4 d glucose และ α -1,6 d glucose เรียก อมิโลเพกติน เส้นสายพอลิเมอร์นี้จะอยู่ในเม็ดแป้ง (starch granule) เป็นแหล่งสะสมอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตของพืช ขณะที่ผลผลิตพืชเจริญเติบโต พบมากในพืชหัว เมล็ดธัญพืช ถั่วเมล็ดแห้ง เม็ดแป้งจากพืชชนิดต่างๆ จะมีรูปร่าง และขนาดแตกต่างกัน เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นโครงสร้างมีลักษณะเป็นวงแหวน เรียกว่า (growth ring) (ภาพที่ 1)



ภาพที่2 ลักษณะเม็ดแป้งพืชและสายพอลิเมอร์ภายในเม็ดแป้ง

แป้งแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบของอมิโลสและอมิโลเพกตินต่างกัน เช่น แป้งข้าวเจ้าจะมีปริมาณอมิโลสมากกว่าแป้งข้าวเหนียว มันสำปะหลัง เป็นต้น ในแต่ละพันธุ์ของข้าวเจ้าก็มีปริมาณอมิโลสต่างกัน เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีความนุ่มจะมีปริมาณอมิโลสต่ำกว่าข้าวชัยนาท1 ที่มีความแข็งร่วนเพราะมีปริมาณอมิโลสสูงกว่า เป็นต้น (จารุวรรณ, 2545) ความแตกต่างขององค์ประกอบนี้ทำให้เอนไซม์แอลฟาอมิเลสมีประสิทธิภาพในการย่อยให้น้ำตาลกลูโคสต่างกัน

ความต่างของชนิด พันธุ์ แหล่งปลูก ฤดูปลูก ที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน ทำให้อัตราส่วนของอมิโลสและอมิโลเพกตินแตกต่างกัน มีผลต่อคุณสมบัติของแป้ง ด้านความแข็ง ความนุ่ม ความเหนียวที่ต่างกัน จึงทำให้คุณสมบัติในการย่อยแป้งต่างกัน

โปรตีน (Protein)

โปรตีนจะประกอบด้วยสายของกรดอะมิโน (amino acid) จะเห็นโปรตีนเกาะอยู่บริเวณพื้นผิวของเม็ดแป้ง จึงมีผลต่อลักษณะของแป้ง คือทำให้เกิดประจุบนผิวของเม็ดแป้ง ทำให้แป้งมีอัตราการดูดซับน้ำ อัตราการพองตัว และอัตราการเกิดเจลเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดปฏิกิริยา maillard reaction ระหว่างการทำปฏิกิริยาของกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugar) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่นในผลิตภัณฑ์ เมื่อเข้าสู่ระบบการย่อยโปรตีนจะไม่ทำให้เกิดน้ำตาลกลูโคสเพราะโปรตีนไม่ได้ถูกย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส ดังนั้น ประสิทธิภาพการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลสจึงขึ้นอยู่กับสัดส่วนของคาร์โบไฮ

เครทและโปรตีนในแป้ง พืชที่มีโปรตีนสูง เช่น ถั่วต่างๆ จะมีส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่ำเมื่อรับประทานจึงให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำ

ไขมัน (Lipids)

ไขมันพืชประกอบด้วย triglyceride, free fatty acid, glucolipids, phospholipids จะกระจายอยู่ทั่วไปภายในเม็ดแป้ง และบริเวณพื้นผิวของเม็ดแป้ง ชนิดของไขมันที่มีอยู่ในแป้งมีผลต่อคุณสมบัติของแป้ง เช่น ความเหนียว โดยเชื่อมพันธะกับคาร์โบไฮเดรตอย่างหลวม ๆ ไขมันที่รวมอยู่ในเม็ดแป้งจะส่งผลกระทบต่อลักษณะและคุณสมบัติของแป้ง โดยจะลดความสามารถในการพองตัว การละลาย และการจับตัวกับโมเลกุลน้ำ นอกจากนี้กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวซึ่งอยู่บริเวณพื้นผิวเม็ดแป้งอาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดกลิ่นหืนได้แต่สำหรับไขมันที่รวมตัวเชิงซ้อนกับโพลีแซคคาไรด์จะไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้

การย่อยไขมันจะย่อยด้วยเอนไซม์ไลเปส ให้เป็น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ จึงไม่มีผลต่อปริมาณกลูโคส แต่สัดส่วนของไขมันและคาร์โบไฮเดรตในแป้งจะมีผลต่อปริมาณกลูโคส พืชที่มีปริมาณไขมันสูง เช่น งา ถั่วลิสง จะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำ เมื่อถูกย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจึงได้กลูโคสต่ำด้วย

เส้นใย (fiber)

เส้นใยเป็นคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ประเภท โฮโมพอลิแซ็กคาไรด์ (homopolysaccharide) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส (glucose) ที่ต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ที่ตำแหน่งปีต้า-1,4 (β -1,4) เป็นสายยาวมากกว่า 2,000 โมเลกุล เซลลูโลสเป็นโครงสร้างหลักของผนังเซลล์พืช เช่น ผัก ผลไม้ และ เมล็ดธัญพืช โดยอยู่รวมกับเฮมิเซลลูโลส และเพกทินเซลลูโลสจัดเป็นเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ชนิดที่ไม่ละลายในน้ำ และไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ และสัตว์กระเพาะเดี่ยว ดังนั้น แป้งพืชที่มีปริมาณเส้นใยสูง จึงไม่ทำให้เกิดการย่อยที่ได้น้ำตาลกลูโคส แป้งพืชโดยทั่วไป จะมีองค์ประกอบของเส้นใยแตกต่างกันขึ้นกับชนิดพืช

ขบวนการผลิตแป้งมีผลต่อการเป็น resistant starch เช่น การผลิตแป้งฟลาว คือการนำผลผลิตมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปลดความชื้นด้วยการตากหรืออบ แล้วบดเป็นแป้ง จะทำให้ปริมาณเส้นใย โปรตีนไม่สูญเสียมาก การทำแป้งสตาร์ช จะมีขั้นตอนการเอาส่วนของ โปรตีน ไขมัน เส้นใย ออก โดยการบดแป้งแล้วนำไปแช่น้ำหลายๆ ครั้ง หรือการใช้เอนไซม์ย่อยโปรตีนแล้วล้างออกด้วยน้ำ กรองกากออก ทำให้ส่วนของโปรตีน ไขมัน และเส้นใยลดลงมาก แป้งจึงมีส่วนของคาร์โบไฮเดรตสูง องค์ประกอบทางเคมีที่เปลี่ยนแปลงไปจึงทำให้ประสิทธิภาพการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสต่างกัน แป้งฟลาวที่มีเส้นใยสูงจะทำให้เกิดน้ำตาลกลูโคสในปริมาณที่ต่ำกว่าแป้งสตาร์ชที่ได้กำจัดเอาส่วนโปรตีน ไขมัน และเส้นใย ออกไปบ้าง

แป้งพืชศักยภาพที่น่าสนใจ

อาหารของคนไทยส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยแป้งที่ได้มาจากพืช ประเทศไทยมีพืชมากมายหลายชนิดที่สามารถให้แป้งจากส่วนต่างๆของพืช ทั้งปลูกเป็นการค้าภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ และมีพืชที่ให้แป้งที่เป็นพืชพื้นเมืองที่มีความหลากหลาย เช่น สีสต่างๆ รสชาติต่างๆ ความเหนียวของแป้ง พืชที่ให้แป้ง เช่น ข้าว เดือย เม็ดบัว ข้าวสาลี ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ข้าวกล้อง เผือก มันเทศ มันสำปะหลัง ถั่วต่างๆ ข้าวโพด ถั่วลิสง สาหร่าย เป็นต้น

มันเทศ (Sweet potato) เป็นพืชหัวใต้ดินเถาเลื้อยราบไปบนพื้นดินปลูกเป็นพืชไร่ มีเนื้อสีหลายสีตามสายพันธุ์ ผลผลิตเฉลี่ย 2,300 กก./ไร่ ราคาต่ำ เกษตรกรขายได้ กก.ละ 3-5 บาท/กก. นิยมนำมารับประทานโดย ต้ม หรือเผา หรือเป็นอาหารต่างๆ เช่น แกงเลียง แกงคั่วแกงมัสมั่น เป็นต้น (Wikipedia, 2556) หรือนำไปนึ่งเอาแป้งมานวด แล้วนำไปทอด เป็นขนมไข่นกกระทา เป็นต้น ด้านอุตสาหกรรม มีการสกัดแป้งมันเทศเป็นส่วนผสมของอาหารเด็ก และกาว เป็นต้น ยังใช้เป็นอาหารสัตว์

องค์ประกอบทางเคมีของมันเทศ โดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 75.07 โปรตีน ร้อยละ 7.05 ไขมันร้อยละ 0.43 เส้นใยร้อยละ 3.66 (ตารางที่ 1) มันเทศมีหลายพันธุ์เห็นมันเทศมีหลายสี ซึ่งอาจจะมีสารสำคัญแตกต่างกัน

เดือย (Job' s tear, Pearl millet) เป็นพืชที่บริเวณเมล็ดที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักในส่วนของเอนโดสเปิร์ม ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดจะมีโปรตีน ไขมันและเส้นใยสูง โดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 80.4 โปรตีน ร้อยละ 2.79 ไขมันร้อยละ 0.25 เส้นใยร้อยละ 1.45 (ตารางที่ 1) โดยทั่วไปจะทำอาหารโดยใช้เมล็ดต้ม ทอด นึ่ง เป็นต้น ในแป้งจะมีสารสำคัญ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ปลูกมากที่จังหวัดเลย ถ้าไม่ส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นราคาก็ต่ำมาก ถ้าเดือยมีแป้งที่ย่อยยาก สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับผู้มีปัญหาน้ำตาลในเลือด ก็จะเป็นการเพิ่มมูลค่าและความต้องการของผู้บริโภค

เผือก (Taro) ส่วนของลำต้นใต้ดินสะสมอาหารซึ่งมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบทางเคมีของแป้งเผือก ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 81.17 โปรตีน ร้อยละ 8.13 ไขมันร้อยละ 0.18 เส้นใยร้อยละ 0.26 (ตารางที่ 1) แป้งเผือกจะมีลักษณะนิ่มและความเหนียวน้อย สามารถนำมาทำอาหารประเภทต้ม ทอด กวน เป็นต้น

กล้วย เป็นผลไม้ราคาถูกและปลูกได้ทั่วประเทศไทยมีหลายชนิด เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม กล้วยหักมุก กล้วยไข่ เป็นต้น และกล้วยเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูงมาก กล้วยดิบมีปริมาณแป้งสูง ถ้าในฤดูเก็บเกี่ยวที่กล้วยมีราคาต่ำ หรือในสภาพของการเกิดภัยต่างๆ สามารถนำกล้วยดิบมาทำเป็นแป้งฟลาว โดยการปอกเปลือก ล้างน้ำผสมน้ำส้มเล็กน้อยล้าง แล้วหั่นเป็นชิ้นบาง ตากแดดหรืออบลดความชื้น นำไปบดเก็บไว้ได้นาน เป็นการยืดอายุการสูญเสียผลผลิตแป้งได้ทางหนึ่ง

แป้งกล้วยดิบจะมีองค์ประกอบคือ คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 77.19 โปรตีน ร้อยละ 9.42 ไขมันร้อยละ 0.44 เส้นใยร้อยละ 1.86 (ตารางที่ 1) คุณภาพแป้ง เช่น ปริมาณแป้ง ความหนืด โดยทั่วไปจะรับประทานกล้วยสุก จากการศึกษาของ จารูวรรณ และคณะ (2553) พบว่าแป้งกล้วยดิบสามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆได้ แป้งจะมีความหนืดเมื่ออุณหภูมิต่ำ (setback) สูง ซึ่งลักษณะนี้เหมาะในการทำผลิตภัณฑ์ประเภทเส้นเพราะจะมีความเหนียวนุ่มทำเป็นแผ่นได้ ประเภท กว๊ายเตี๋ยว วุ้นเส้น เป็นต้น ทั้งสามารถนำมาทำเป็นวัตถุดิบในการทำขนมหวาน เช่น ขนมกล้วย

จากองค์ประกอบของแป้งพืชที่ต่างกันตามชนิดพืช ทำให้ความสามารถในการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลสต่างกัน การทดลองนี้จึงทำการศึกษว่าแป้งพืชหรือผลิตภัณฑ์จากแป้งชนิดใด เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์อมิเลสแล้ว ได้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากการย่อยแป้งข้าวที่เป็นอาหารหลัก คือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีความนุ่ม ชัยนาท 1 ที่เป็นข้าวแข็งร่วน และข้าวเหนียว กข.6 เพื่อแนะนำให้ผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับน้ำตาลในเลือดสูง ผู้ป่วยเบาหวาน ใช้บริโภคแทนแป้งข้าว หรือแปรรูปให้เป็นอาหารสำหรับผู้ป่วยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- แป้งพืชชนิดต่างๆ จำนวน 184 ตัวอย่าง
- ผลิตภัณฑ์จากแป้งชนิดต่างๆ จำนวน 63 ตัวอย่าง
- เอนไซม์แอลฟาอมิเลส
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- เตาไฟฟ้า
- บีกเกอร์
- ตัวกรองสารละลาย
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิได้ (water bath)
- แท่งแก้วคน

วิธีการ

ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในแป้งพืช จำนวน 2 ซ้ำ ต่อครั้ง

1. แต่ละครั้งนำแป้งพืช หรือผลิตภัณฑ์บดละเอียดหนัก 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ผสมน้ำ 500 มล. คนให้ละลาย ตั้งไฟกวนให้สุก ทั้งให้เย็น
2. เติมเอนไซม์อมิเลส 200 ไมโครลิตร ลงในแป้ง ผสมให้เข้ากัน นำบีกเกอร์วางบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิได้ (water bath) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ให้ส่วนของแป้งอยู่ในน้ำ นาน 20 นาที แล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3. นำส่วนผสมไป centrifuge ที่ความเร็ว 15 000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำของเหลวใสกรองด้วยตัวกรอง

4. นำสารที่กรองได้ไปวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณน้ำตาลด้วย HPLC ที่มี acetonitrile เป็น carrier ชนิดที่ปริมาณ 1 มล.

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่ย่อยได้ในแป้งพืช

พบว่า แป้งชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลสจนเต็มที่ จะได้น้ำตาล 3 ชนิด คือ กลูโคส ฟรุคโตส และ ซูโครส โดยกลูโคส และ ฟรุคโตส เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว แสดงว่าระยะเวลา 24 ชั่วโมงที่ตั้งทิ้งไว้ เอนไซม์สามารถย่อยแป้งจนได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ถ้าน้ำตาลที่ได้เป็น ซูโครส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่สูง กลูโคสต่ำ แสดงว่า แป้งชนิดนั้น ย่อยยาก จัดเป็น resistant starch

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแป้งพืชชนิดต่างๆ จำนวน 14 ชนิด เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลสเปรียบเทียบกับข้าว 3 ชนิด คือ แป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 มีปริมาณอมิเลสสูง แป้งข้าวขาวดอกมะลิ105 ที่มีอมิเลสต่ำ และข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ที่มีอมิเลสต่ำ พบว่า มีแป้ง 4 ชนิด คือ แป้งข้าวกล้องญี่ปุ่น ข้าวเหนียวดำ ข้าวญี่ปุ่น และ เผือกสายพันธุ์ THA066 ได้น้ำตาลกลูโคสต่ำกว่าข้าวทั้ง 3 ชนิดเล็กน้อย ไม่พบน้ำตาลฟรุคโตส และน้ำตาลซูโครส ยังมีปริมาณสูงอยู่

ตารางที่ 3 จากตัวอย่างแป้งพืช 23 ตัวอย่าง มีแป้งจำนวน 12 ตัวอย่าง ที่ย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลสแล้วได้น้ำตาลกลูโคสปริมาณต่ำกว่าแป้งข้าวทั้ง 3 ชนิด คือ ถั่วขาว บัว ถั่วดำ มันเทศตาร์ซ ถั่วปณิ เม็ดกบก ฟักทอง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เผือกหอม ข้าวโพดหวาน เห็นว่า แป้งจากพืชตระกูลถั่วย่อยได้ปริมาณน้ำตาลต่ำ เพราะมีปริมาณแป้งต่ำ โปรตีนสูง เส้นใยสูง คาร์โบไฮเดรตต่ำ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 4 จากตัวอย่างแป้งพืชทดลอง 16 ตัวอย่าง มีจำนวน 11 ชนิด ที่มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำกว่าแป้งข้าวทั้ง 3 ชนิด ทั้งมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในปริมาณค่อนข้างสูง เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลสแสดงว่า เป็นแป้งที่ย่อยยาก คือ เผือก บัวแก่ กล้วยไข่ มันเลือด มันเหน็บ ถั่วเหลือง กล้วยหิน เตื่อยกล้อง มันเทศพันธุ์เทียนญี่ปุ่น ท้ายายม่อม มันเทศ ซึ่งแป้งพืชเหล่านี้จัดเป็นพืชที่มีโปรตีน และเส้นใยสูง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 5 จากตัวอย่างแป้งพืชทดลอง 21 ตัวอย่าง จำนวน 8 ชนิด มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำกว่าแป้งข้าวเจ้า แป้งพืชเหล่านี้ คือ ข้าวโพด เต๋อยตาร์ซ เต๋อยขัดฟลาว เต๋อยกล้อง เผือก กล้วยน้ำว่า มันเทศ

ตารางที่ 6 จากตัวอย่างแป้งพืชทดลอง 28 ตัวอย่าง จำนวน 14 ชนิด มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำกว่าแป้งข้าวทั้ง 3 ชนิด และมีปริมาณน้ำตาลซูโครสหลงเหลืออยู่ คือ บัว เต๋อยกล้อง เต๋อยขัดขาว มันมือเสือ ลูกประ (เมล็ดมีน้ำมัน และเส้นใยสูง) สาคุปาล์ม ข้าวสังข์หยด มันเทศ

ตารางที่ 7 จากตัวอย่างแป้งพืชทดลอง 30 ตัวอย่าง จำนวน 4 ตัวอย่าง มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำกว่าแป้งข้าวข.6 คือ บัว มันเทศ กล้วย ตัวอย่างที่ย่อยแล้วได้กลูโคส ต่ำกว่า ข้าวดอกมะลิ105 คือ บัว ข้าวพลาญาม (อมิเลสสูง) กล้วย มันเลือด ถั่วเขียว มันเหน็บ ถั่วเหลือง เผือก

แป้งฟิชที่ย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส ในการเลียนแบบการย่อยในปากนั้น พบว่าแป้งที่ย่อยยาก จะได้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำ ได้แก่ ถั่วต่างๆ บัว เผือก เดื่อย กล้วย มันเทศ เป็นต้น ซึ่งเป็นแป้งประเภทที่มี โปรตีน ไขมัน เส้นใยสูง คาร์โบไฮเดรตต่ำ

เมื่อวัตถุดิบผ่านกระบวนการแปรรูป จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีประสิทธิภาพการย่อยที่ยากขึ้น

ขั้นตอนการแปรรูป แหล่งวัตถุดิบ ต่างกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพการย่อยที่ต่างกัน เช่น ผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันแต่ต่างบริษัท เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

จารุวรรณ บางแวก. 2545. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพขนมจีน. การประชุมวิชาการ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. 28 กุมภาพันธ์ -1 มีนาคม 2545. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี รังสิต นครนายก. หน้า 336-346.

จารุวรรณ บางแวก อรวรรณ จิตต์ธรรม จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ จิตติภัทร มีบุบผา. 2553. การประเมินคุณสมบัติของแป้งฟิช. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2553. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. หน้า 520-534.

วิกิพีเดีย. 2556. มันเทศ.

<http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8>

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งพืชชนิดต่างๆ

แป้งพืช	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	น้ำมัน (%)	เส้นใย (%)	เถ้า (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	อไมโลส (%)	set back (BU)	ความหนืดสูงสุด (BU)
มันเทศ	10.77	7.05	0.43	3.66	3.20	75.07	22.26	33	82.00
มันสำปะหลัง	8.89	1.78	0.07	2.72	2.17	84.37	22.90	77.33	276.60
เผือก	7.66	8.13	0.18	0.26	2.6	81.17	15.87	76.00	100.0
มันเลือด	6.24	5.85	0.97	2.67	3.23	81.04	35.26	33	110.00
กลอย (<i>Dioscorea hispida</i>)	5.11	2.29	0.61	2.79	0.58	88.62	32.80	86.75	23.50
สา쿠	7.15	4.66	0.64	3.06	3.48	81.00	2.93	184	510
ข้าวโพดหวาน	10.26	11.65	27.43	4.62	2.75	43.30	10.46	10.5	25
ข้าวโพด	7.76	8.00	13.73	3.53	1.11	65.87	26.55	178	177
เดือย	12.25	2.79	0.25	1.45	2.86	80.4	6.00	120	497.00

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งพืชชนิดต่างๆ (ต่อ)

แป้งพืช	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	น้ำมัน (%)	เส้นใย (%)	เถ้า (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	อมิโลส (%)	set back (BU)	ความหนืดสูงสุด (BU)
ถั่วเขียว	10.32	21.80	1.11	5.43	3.15	57.72	33.01	21	50.00
ถั่วเหลือง	10.00	35.49	17.60	1.83	4.24	30.83	4.25	30	13.00
ถั่วขาว	9.66	25.08	5.24	7.16	4.29	48.57	14.89	159	358.5
ถั่วดำ	10.71	20.86	4.33	5.37	4.22	54.51	14.55	168.5	477
ถั่วป่นยี	11.32	23.32	2.59	10.29	3.75	48.75	17.05	51.00	320.5
มะขาม	11.62	16.48	9.74	2.12	2.71	57.33	-	462	564.5
บัว	9.41	20.15	1.30	3.53	4.27	61.35	8.33	24	43
ฟักทอง	8.49	9.56	2.52	4.56	4.67	70.19	16.23	15	30

กล้วย	8.31	9.42	0.44	1.86	2.78	77.19	27.78	305	1106
-------	------	------	------	------	------	-------	-------	-----	------

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากแป้งพืชชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส

(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

ชนิดแป้ง	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	รวม (%)
ข้าวกล้องญี่ปุ่น	ND	0.89	1.24	2.13
ข้าวเหนียวดำ	ND	0.91	1.22	2.13
ข้าวญี่ปุ่น	ND	0.97	1.20	2.17
เผือก THA066	ND	1.02	1.30	2.32
ข้าวนาห1 (เปรียบเทียบ)	ND	1.02	1.09	2.11
กข6 (เปรียบเทียบ)	ND	1.04	1.13	2.16
ถั่วม่วง	ND	1.05	1.39	2.43
ขาวดอกมะลิ105 (เปรียบเทียบ)	ND	1.05	1.14	2.19
ข้าวโพดม่วง	ND	1.08	1.27	2.35
สาकुเขียงราย	ND	1.10	1.28	2.38
เดือยขัดขาว	ND	1.11	1.22	2.33
มันมักโม	ND	1.13	1.35	2.48
มันเลือด	ND	1.25	1.38	2.63
มันมือเสือ	0.89	1.28	1.21	3.38

หมายเหตุ ND –non detected

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากแป้งพืชชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

ชนิดแป้ง	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	รวม (%)
ถั่วขาว	N.D.	0.43	0.99	1.42
บัวบึงสีไฟ พิจิตร	N.D.	0.50	1.04	1.54
ถั่วดำ	N.D.	0.95	1.09	2.04
มันเทศ 0106-1 (S)	N.D.	1.11	0.87	1.98
ถั่วป่านี	0.04	1.16	0.84	2.05
เม็ดกบก	0.04	1.25	1.03	2.33
เม็ดบัวทั้งเปลือกพิจิตร	N.D.	1.30	0.97	2.27
ฟักทอง นครสวรรค์	N.D.	1.54	2.23	3.76
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	N.D.	1.59	0.92	2.52
เผือกหอม นครสวรรค์	N.D.	1.69	1.17	2.87
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	N.D.	1.70	0.99	2.69
ข้าวโพดหวาน นครสวรรค์	N.D.	1.76	2.32	4.08
กข 6 (เปรียบเทียบ)	-	1.96	1.02	2.98
แป้งเดือยกลิ้ง	N.D.	2.07	0.91	2.98
มันเทศ นครสวรรค์	N.D.	2.15	1.43	3.58
แป้งเดือยขัดขาว	N.D.	2.15	0.94	3.09
แป้งสาคุจันทบุรี	N.D.	2.24	1.14	3.38
แป้งมันเลือดไก่	N.D.	2.29	0.97	3.26
ขาวดอกมะลิ 105 (เปรียบเทียบ)	-	2.36	0.86	3.22
มันเทศ (S) PROC No 65-1	N.D.	2.44	1.06	3.49
กลอย	N.D.	2.48	1.12	3.60
ชัยนาท1 (เปรียบเทียบ)	-	2.49	0.86	3.35
มันเทศ (S) พจ 06-11 8-5-56	N.D.	2.73	0.84	3.57

S- แป้งสตาร์ช

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากแป้งพืชชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

ชนิดแป้ง	ฟรุคโตส(%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	รวม (%)
แป้งเผือก	0.39	0.16	0.26	0.81
เม็ดบัวแก่	0.39	0.44	0.95	1.78
กล้วยไข่	0.46	0.62	0.81	1.88
แป้งมันเลือด	0.24	0.83	0.63	1.69
แป้งมันเหนียว	0.39	0.96	0.68	2.03
แป้งถั่วเหลือง	0.28	0.98	0.33	1.59
แป้งกล้วยหิน	0.52	1.37	0.24	2.12
แป้งเดือยกล้าง	1.12	1.54	0.26	2.92
แป้งมันเทศพันธุ์เทียนญี่ปุ่น	1.10	1.75	0.87	3.73
ท้าวายม่อม	0.20	1.79	0.38	2.38
มันเทศ (สุโขทัย)	0.69	1.81	0.23	2.73
ข้าวชยันนาท1 (เปรียบเทียบ)	0.25	1.97	1.00	3.22
กล้วยน้ำว้าดิบ	0.83	2.29	0.31	3.43
ข้าวหอมมะลิ105 (เปรียบเทียบ)	0.87	2.41	0.27	3.55
แป้งสตาร์ชถั่วเขียว	0.86	2.64	0.79	4.29
แป้งมันมือเสือ	0.36	2.72	0.55	3.62

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากแป้งพืชชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

ชนิดแป้ง	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	รวม (%)
แป้งข้าวโพด	-	0.16	0.06	0.22
แป้งเดือย (S)	-	0.19	0.11	0.30
แป้งเดือยขัด (F)	0.24	0.19	0.12	0.55
เดือยกล้าง	0.03	0.19	0.30	0.52
แป้งเผือก (F)	0.09	0.23	0.36	0.68
แป้งกล้วยน้ำว้าดิบ	0.11	0.25	0.18	0.55
แป้งเดือย	0.02	0.27	0.06	0.34
แป้งมันเทศ	0.14	0.27	0.59	1.00
แป้งข้าวรวม (เปรียบเทียบ)	0.15	0.27	0.19	0.61
แป้งเผือก (F)	-	0.31	0.23	0.54
แป้งข้าวเจ้า ไทยเบตเตอร์ฟูดส์	-	0.34	0.15	0.50
แป้งข้าวเหนียว ตรามือ เชียงใหม่	0.04	0.35	0.20	0.59
แป้งข้าวเจ้าตราเหรียญทองก้าน้ำ	0.08	0.38	0.21	0.67
แป้งกล้วยน้ำว้าห่าม	0.43	0.42	0.11	0.96
แป้งข้าวเจ้า ตรามือ เชียงใหม่	0.05	0.47	0.12	0.63
แป้งข้าวเจ้า รวม	0.02	0.47	0.08	0.57
แป้งข้าวโพด ตราคิดส์คอร์นฟลาว	0.05	0.58	0.24	0.87
แป้งข้าวเจ้า ช้าง3 เคียร์	0.04	0.63	0.31	0.98
แป้งข้าวเจ้า ไทยเบตเตอร์ฟูดส์	0.03	0.63	0.11	0.77
แป้งข้าวเจ้า เชียงใหม่	0.06	0.63	0.11	0.81
แป้ง กข 6 (เปรียบเทียบ)	0.01	0.64	0.15	0.81

- = None

F = Flour S = Starch

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากแป้งพืชชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

แป้งพืช	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	ทั้งหมด (%)
แป้งบัวจินเมล็ดใหญ่	0.12	0.12	0.15	0.39
บัวอ่อนศาลายาปอกเปลือก	0.10	0.13	0.42	0.65
แป้งบัวหอมสงขลา	0.14	0.18	0.52	0.84
เดือยกล้อง	0.23	0.18	0.08	0.49
แป้งบัวจินเมล็ดเล็ก	0.06	0.18	0.23	0.47
บัวพัทลุงดอกสีชมพูอ่อน	0.05	0.20	0.23	0.48
เดือยขัดขาว	0.14	0.20	0.21	0.55
แป้งมันมือเสือ	0.05	0.21	0.17	0.43
แป้งลูกประ จ. สงขลา	0.23	0.24	0.39	0.86
แป้งสาคุ (ปาล์ม)	0.04	0.25	0.26	0.55
แป้งข้าวสังข์หยด	0.08	0.25	0.19	0.52
แป้งมันหัวไข่	0.04	0.28	0.35	0.67
แป้งมันเทศ PC11-2-10	0.14	0.28	0.21	0.63
แป้งมันเทศ 06-5	0.06	0.29	0.49	0.84
แป้ง กข 6. (เปรียบเทียบ)	0.03	0.30	0.03	0.35
แป้งกล้วยนมสวรรค์	0.15	0.30	0.26	0.72
แป้งกล้วยทองส้ม	0.09	0.31	0.06	0.46
แป้งมันฝรั่ง	0.09	0.31	0.17	0.57
แป้งมันเทศ PC11-2-9	0.18	0.32	0.22	0.72
แป้งกล้วยสา	0.06	0.35	0.11	0.51
แป้งข้าวชัยนาท1 (เปรียบเทียบ)	0.09	0.40	0.10	0.59
แป้งข้าวชัยนาท1	0.22	0.40	0.15	0.77
แป้งกล้วยสายเดือน	0.11	0.41	0.31	0.82
แป้งสาคุ จ. พัทลุง	0.21	0.43	0.29	0.93
แป้งมันเทศ PC11-2-5	0.16	0.44	0.18	0.79
แป้งมันเทศ 0106-3	0.19	0.45	0.36	1.01
แป้งกล้วยไข่	0.03	0.49	0.12	0.63
แป้ง กข 6. (แป้งข้าวเหนียว)	-	0.50	0.13	0.63

ตารางที่ 7 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากแป้งพืชชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

แป้งพืช	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	ทั้งหมด (%)
แป้งเม็ดบัวอ่อน	0.00	7	3.3๓	4.96
แป้งกล้วย	1.80	1.78	1.48	5.06
แป้งมันเทศพันธุ์เทียนญี่ปุ่น	1.40	1.91	1.41	4.71
แป้งกล้วยสายเดือน	1.99	2.54	1.94	6.47
แป้ง กข6 (เปรียบเทียบ)	0.00	2.39	3.07	5.46
แป้งเม็ดบัวทั้งเปลือก	1.68	3.13	3.63	8.44
แป้งข้าวพลาญงามฯ	2.05	3.22	1.84	7.11
แป้งกล้วยลามาต์	2.67	3.81	1.69	8.18
แป้งกล้วยเปรี้ยวบ้านไร่	1.86	3.82	2.08	7.76
แป้งหอมดิบ	1.97	3.83	1.60	7.40
แป้งมันเลือด	4.26	4.01	3.55	11.8
แป้งถั่วเขียว(s)	2.89	4.09	2.17	9.15
แป้งมันเหน็บ	3.80	4.10	1.07	8.97
แป้งกล้วยน้ำว้าดิบ	3.59	4.21	1.07	8.87
แป้งกล้วยนาค่อม	1.91	4.23	2.27	8.40
แป้งกล้วยหิน	2.67	4.29	4.55	11.45
แป้งเม็ดบัวแก่	1.23	4.54	8.84	14.61
แป้งกล้วยหิน (B3)	1.59	5.32	1.81	8.72
แป้งกล้วยไข่แพร่	3.39	5.76	1.63	10.78
แป้งกล้วยนมสวรรค์	1.48	6.07	2.32	9.86
แป้งกล้วยน้ำว้าห่าม	5.13	6.18	3.42	14.74
แป้งถั่วเหลือง	4.39	6.19	5.45	16.02
แป้งเผือก	0	6.31	6.58	12.89
แป้งข้าวหอมมะลิ105 (เปรียบเทียบ)	2.16	7.21	2.75	12.12
ท้าวายาม่อม	4.12	7.38	4.22	15.71
แป้งมันมือเสือ	2.12	8.0	2.09	12.21
แป้งข้าวชัยนาท1 (เปรียบเทียบ)	2.08	8.84	1.85	12.77

แป้งถั่วเขียว	2.00	9.15	4.03	15.18
แป้งเดือยขัด	1.20	10.84	2.49	14.54
มันเทศ (สุโขทัย)	5.30	15.72	16.71	37.74

ตารางที่ 8 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากแป้งชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

แป้งพืช	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	ทั้งหมด (%)
แป้งกล้วยไข่เนื้สูง	0.20	0.42	0.30	0.92
แป้งกล้วยสายเดือน	0.25	0.44	0.11	0.81
แป้งเดือยตกตะกอน (S)	0.06	0.45	0.12	0.64
แป้งกล้วยน้ำว้า (พัทลุง)	0.14	0.56	0.13	0.83
แป้งกล้วยไข่ (แพร่)	0.22	0.72	0.32	1.26
ข้าวขาวดอกมะลิ105 (เปรียบเทียบ)	0.24	0.79	0.06	1.09
แป้งตบ 2	0.65	0.85	0.46	1.95
แป้งเดือยขัด (F)	0.11	0.89	0.09	1.08
แป้งกล้วยน้ำว้าเหลือง (บุรีรัมย์)	0.46	0.90	0.50	1.86
แป้งข้าวชัยนาท 1 (เปรียบเทียบ)	0.10	0.95	0.06	1.12
แป้งถั่วเขียวตราต้นสน	0.07	1.04	0.22	1.32
แป้งกล้วยน้ำว้า (นครศรีธรรมราช)	0.48	1.11	0.59	2.18

ตารางที่ 9 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากแป้งชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

แป้งพืช	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	ทั้งหมด (%)
แป้งเผือก	0.39	0.16	0.26	0.807
เม็ดบัวแก่	0.40	0.44	0.95	1.785
กล้วยสายเดือน	0.62	0.57	0.94	2.138
กล้วยไข่ (แพร่)	0.46	0.62	0.81	1.880
เม็ดบัวอ่อน	0.33	0.74	0.56	1.628
แป้งมันเลือด	0.24	0.83	0.63	1.692
แป้งเผือกหอม	0.92	0.85	0.77	2.546
แป้งมันเหน็บ	0.39	0.96	0.68	2.034
แป้งถั่วเหลือง	0.28	0.98	0.33	1.594
เดือย (S)	0.63	1.03	0.62	2.278
เม็ดบัวทั้งเปลือก	0.30	1.15	1.43	2.873
แป้งกล้วยหิน (B4)	0.52	1.37	0.24	2.123
แป้งเดือยกลิ้ง	1.12	1.54	0.26	2.924
แป้งกล้วยหอมขนาดค่อม	0.49	1.701	0.28	2.470
แป้งมันเทศพันธุ์เทียนญี่ปุ่น	1.10	1.754	0.87	3.730
ท้าวายม่อม	0.20	1.79	0.39	2.381
มันเทศ (สุโขทัย)	0.70	1.81	0.23	2.733
ข้าวชัยนาท1	0.25	1.97	1.00	3.221
แป้งกล้วยนมสวรรค์	1.46	1.98	0.81	4.239
เดือยขัด (F)	1.14	2.15	1.26	4.550
กล้วยน้ำว้าดิบ	0.83	2.29	0.31	3.432
ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (เปรียบเทียบ)	0.87	2.41	0.27	3.547
แป้งถั่วเขียว S	0.86	2.64	0.79	4.291
แป้งมันมือเสือ	0.36	2.72	0.55	3.622
แป้ง กข 6. (เปรียบเทียบ)	0.09	3.42	1.03	4.543
แป้งกล้วยเปรี้ยวบ้านไร่	1.30	2.81	0.52	4.628
แป้งหอมดิบ	1.67	4.34	0.30	6.299

ตารางที่ 10 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากพืชชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

แบ่งพืช	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	ทั้งหมด (%)
ถั่วเขียว CN72	-	0.99	0.89	1.88
ถั่วเขียวSUT-1	-	1.09	1.12	2.21
กล้วยปลีหาย เชียงราย	0.55	1.14	1.10	2.79
ถั่วเขียวKPS2	-	1.19	0.99	2.18
กล้วยสท 5	0.68	1.28	1.08	3.04
มันเทศ พจ 227-6	0.56	1.31	1.58	3.45
พจ 65-16	-	1.35	1.86	3.43
พจ 101	-	1.38	1.66	3.04
พจ 292-15	-	1.39	2.10	3.49
พจ 166-5	0.68	1.40	1.28	3.36
พจ 65-3	0.62	1.42	1.55	3.59
ไต้หวัน	0.71	1.47	1.60	3.79
พจ 189-257	0.55	1.48	1.57	3.60
ถั่วเขียวCN36	-	1.50	1.16	2.67
กล้วยเทพรส	-	1.63	1.63	3.26
แม่โจ้ 34	-	1.67	1.38	3.04
พจ 265-1	0.62	1.69	0.91	3.23
ถั่วเขียว(CNMD06-03-60-7)	-	1.71	1.08	2.79
มันเทศ (S)	-	1.84	0.91	2.75
ข้าวชัยนาท1 (เปรียบเทียบ)	-	1.84	0.87	2.72
พจ 66-21	0.59	1.85	1.94	4.38
กล้วยไข่ทองร้อง	-	2.02	0.89	2.92
มันเทศ พจ 65-16	0.60	2.07	1.48	4.14
กล้วยหอมทอง	-	2.07	0.92	2.98
กข6 (เปรียบเทียบ)	-	2.13	0.98	3.11
ขาวดอกมะลิ105 (เปรียบเทียบ)	-	2.21	0.83	3.04
ถั่วเขียว CNMB 06-01-40-4	-	2.22	0.99	3.21
มันเทศ พจ 166-6	-	2.25	1.39	3.64
FM 37 Lindox-3	0.92	2.42	1.35	4.69

ถั่วเขียวCNMB 06-02-20-14	0.51	2.51	1.20	4.22
โอกินาวา	-	2.75	1.33	4.08
ถั่วเขียว(CNMD06-02-20-5)	-	3.05	1.16	4.21
พจ 283-31	-	4.75	1.45	6.20

Rank	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9
1	ข้าวกล้อง ญี่ปุ่น	ถั่วขาว	แป้งเผือก	แป้งข้าวโพด	แป้งบัวจินเมล็ดใหญ่	แป้งเม็ดบัวอ่อน	แป้งกล้วยไข่เนนสูง	แป้งเผือก	ถั่วเขียว CN72
2	ข้าวเหนียวดำ	บัวบึงสีไฟ พิจิตร	เม็ดบัวแก่	แป้งเต๋อย (S)	บัวอ่อนศาลายาปอก เปลือก	แป้งกล้วย	แป้งกล้วยสายเดือน	เม็ดบัวแก่	ถั่วเขียวSUT-1
3	ข้าวญี่ปุ่น	ถั่วดำ	กล้วยไข่	แป้งเต๋อยขัด (F)	แป้งบัวหอมสงขลา	แป้งมันเทศพันธุ์เทียน ญี่ปุ่น	แป้งเต๋อยตกตะกอน (S)	กล้วยสายเดือน	กล้วยปลีหาย เชียงราย
4	เผือก THA066	มันเทศ (S) 0106-1	แป้งมันเลือด	เต๋อยกล้อง	เต๋อยกล้อง	แป้งกล้วยสายเดือน	แป้งกล้วยน้ำว้า (พัทลุง)	กล้วยไข่ (แพร่)	ถั่วเขียวKPS2
5	ชัณนาท1 (ทดสอบ)	ถั่วป่นยี	แป้งมันเหน็บ	แป้งเผือก (F)	แป้งบัวจินเมล็ดเล็ก	แป้งกข6 (ทดสอบ)	แป้งกล้วยไข่ (แพร่)	เม็ดบัวอ่อน	กล้วยสท 5
6		เม็ดกบก	แป้งถั่วเหลือง	แป้งกล้วยน้ำว้าดิบ	บัวพัทลุงดอกสีชมพูอ่อน		ข้าวขาวดอกมะลิ105 (ทดสอบ)	แป้งมันเลือด	มันเทศ พจ 227-6
7		เม็ดบัวทั้งเปลือก พิจิตร	แป้งกล้วยหิน	แป้งเต๋อย	เต๋อยขัดขาว		แป้งกล้วยไข่เนนสูง	แป้งเผือกหอม	พจ 65-16
8		ฟักทอง นครสวรรค์	แป้งเต๋อยกล้อง	แป้งมันเทศ	แป้งมันมือเสือ		แป้งกล้วยสายเดือน	แป้งมันเหน็บ	พจ 101
9		ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	แป้งมันเทศพันธุ์เทียน ญี่ปุ่น	แป้งข้าวรวม	แป้งลูกประ จ. สงขลา		แป้งเต๋อยตกตะกอน (S)	แป้งถั่วเหลือง	พจ 292-15
10		เผือกหอม นครสวรรค์	ท้าวยายม่อม		แป้งสาคุ (ปาล์ม)		แป้งกล้วยน้ำว้า (พัทลุง)	เต๋อย (S)	พจ 166-5
11		ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	มันเทศ (สุโขทัย)		แป้งข้าวสังข์หยด		แป้งกล้วยไข่ (แพร่)	เม็ดบัวทั้งเปลือก	พจ 65-3
12		ข้าวโพดหวาน นครสวรรค์	ข้าวชัณนาท1 (ทดสอบ)		แป้งมันหัวไข่		ข้าวขาวดอกมะลิ105 (ทดสอบ)	แป้งกล้วยหิน (B4)	ไต้หวัน
13		กข 6 (ทดสอบ)			แป้งมันเทศ PC11-2-10		แป้งกล้วยไข่เนนสูง	แป้งเต๋อยกล้อง	พจ 189-257
					แป้งมันเทศ 06-5			แป้งกล้วยหอมมากคอม	ถั่วเขียวCN36
					แป้ง กข 6. (ทดสอบ)			แป้งมันเทศพันธุ์เทียน ญี่ปุ่น	กล้วยเพชรส
								ท้าวยายม่อม	แม่โจ้ 34
								มันเทศ (สุโขทัย)	พจ 265-1
								ข้าวชัณนาท1	ถั่วเขียว(CNMD06-03-60-7)

									มันเทศ (S)
									ข้าวชัณนาท1 (ทดสอบ)

ตารางที่ 11 การจัดลำดับและความถี่ของแป้งที่มีปริมาณกลูโคสต่ำกว่าแป้งข้าว

ตารางที่ 12 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

ชนิดผลิตภัณฑ์	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	รวม (%)
มันฝรั่งแท่งทอดกรอบ	0	0.10	0.31	0.41
นมถั่วเหลือง ดอยคำ	0.54	0.28	0.40	1.22
เมล็ดทานตะวันกะเทาะเปลือก	0.10	0.36	0.24	0.70
คอนอร์คฟ์โจ๊ก รสไก่	0.23	0.37	0.76	1.37
Home soy ผสมเมล็ดแมงลัก	2.16	0.38	10.78	13.32
ถั่วลันเตาอบกรอบ (สแน็คแจ็ค)	0	0.58	0.37	0.95
ฟักทองอบ	0	0.59	2.51	3.10
มันฝรั่งทอดกรอบเลย์	0.22	0.60	0.55	1.38
คุกกี้ข้าวโอ๊ตเบเกอรี่แลนด์	0.22	0.60	2.58	3.40
เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปมามา น้ำใส	0.07	0.63	0.36	1.06
บัตเตอร์	0.16	0.63	2.48	3.27
แครกเกอร์อันปัน รสดั้งเดิม	0.13	0.67	0.87	1.67
แป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ทดสอบ)	0.22	0.74	0.21	1.18
แป้งข้าวชัยนาท1 (ทดสอบ)	0.11	0.77	0.32	1.20
แป้งข้าวเหนียว กข6 (ทดสอบ)	0.19	1.02	0.00	1.21
ขนมปังโฮลวีท ฟาร์มเฮาส์	0.59	1.02	0.30	1.92
ขนมปังรสนม	0.49	1.07	0.55	2.12
วุ้นเส้นกึ่งสำเร็จรูปน้ำใส มามา	0.19	1.40	0.27	1.86
ขาไก่ นายจอม รสเค็ม	0	1.70	0.50	2.20
บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปต้มยำกุ้ง มามา	0	1.72	0.39	2.11
ขนมกรอบแบบแท่ง ลิโกะ	0.22	2.45	0.85	3.52

ตารางที่ 13 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

ชนิดผลิตภัณฑ์	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	รวม (%)
วุ้นเส้น หงส์	0.70	0.94	0.75	2.38
ธัญพืชเพื่อสุขภาพ Home fresh Mart	0.79	0.99	1.05	2.83
ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่	-	1.01	0.71	1.72
เส้นหมี่เฮอร์วีน	-	1.03	1.00	2.03
เส้นก๋วยจั๊บ เอมเมอร์โลท์	-	1.05	0.75	1.81
แป้งข้าวเจ้าปลาไทย	0.73	1.06	0.71	2.50
วุ้นเส้นถั่วเขียว เกษตร	-	1.06	0.93	1.99
เกล็ดข้าวโอ๊ตหอมละเอียด	-	1.11	0.82	1.94
วุ้นเส้นท่าเรือ	-	1.12	0.70	1.83
ขนมจีนยุคใหม่	-	1.13	0.80	1.94
เส้นหมี่โคราช	0.74	1.15	0.83	2.72
เส้นหมี่สิงห์ดาว	0.67	1.16	0.90	2.73
โจ๊กต้มรสหมู	-	1.22	1.10	2.33
เส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นห่อจันท์	-	1.24	0.97	2.21
เส้นหมี่ข้าวกล้อง	-	1.26	0.96	2.22
วุ้นเส้นถั่วเขียว ต้นสน	-	1.44	1.01	2.45
วุ้นเส้นถั่วเขียวแท้	-	1.46	0.87	2.33
เส้นก๋วยเตี๋ยวเอมเมอร์รัล	-	1.556	0.87	2.43
แป้งข้าวขาวดอกมะลิ105 (เปรียบเทียบ)	-	1.59	0.85	2.44
แป้งข้าวเหนียว กข6 (เปรียบเทียบ)	-	1.64	0.85	2.48
บะหมี่อบแห้ง เมนดาเกะ	-	1.70	1.00	2.70
อาหารเสริมจากธัญพืชโดโซะ	-	1.73	1.85	3.58
แป้งข้าวชยันนาท 1 (เปรียบเทียบ)	-	1.83	0.85	2.68
เส้นเล็ก	-	1.86	0.88	2.74
เส้นหมี่เซี่ยงไฮ้	0.72	1.90	0.86	3.47
แป้งข้าวเจ้า	-	1.93	1.06	2.98
บะหมี่อบแห้ง เมนดาเกะ	0.93	1.95	0.81	3.70
ข้าวหอมญี่ปุ่นอบกรอบ โดโซะ	-	2.07	2.00	4.07

ข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูปรสหมู	-	2.39	0.80	3.20
โจ๊กรสไก่	-	2.67	1.42	4.09
โจ๊กรสปลา	-	3.75	1.05	4.80
เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป โกลด์คัพ	1.16	9.33	1.98	12.47

ตารางที่ 14 ปริมาณน้ำตาล ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอมิเลส
(เรียงลำดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากต่ำไปสูง)

ชนิดผลิตภัณฑ์	ฟรุคโตส (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	รวม (%)
ถั่วแดงหลวง Home fresh mart	-	0.73	1.22	1.95
งาขาว Home fresh mart	-	0.78	0.71	1.50
ถั่วดำดำ แม็กกาเร็ต	-	0.78	1.20	1.98
ถั่วเขียวกระเทาะเปลือก Home fresh mart	-	0.85	1.01	1.87
ถั่วดำ Home fresh mart	-	0.90	0.91	1.81
งาขาวไร่ทิพย์	-	0.95	0.90	1.85
ถั่วเขียว Home fresh mart	0.59	1.03	1.04	2.65
ธัญญาหาร ปรงสำเร็จ	-	1.33	4.79	6.12
ลูกเดือย ไร่ทิพย์	-	1.49	0.89	2.38
แป้งมันสำคูลู	-	1.65	0.95	2.59
เมล็ดข้าวโพดดิบ	-	1.69	0.98	2.68
ลอดช่อง	-	1.87	1.01	2.88
Family original	1.86	2.07	0.93	4.86
แป้งข้าวชัยนาท1 (เปรียบเทียบ)	-	2.50	0.94	3.44
แป้งข้าวเหนียว กข6 (เปรียบเทียบ)	-	2.56	0.86	3.42
ข้าวอบผงกระหรี่	1.13	2.58	2.21	5.92
แป้งข้าวขาวดอกมะลิ105 (เปรียบเทียบ)	-	2.60	1.00	3.60
ธัญพืชชอบกรอบผสมผลไม้ (Bio organic)	2.29	2.62	1.85	6.77

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ผลิตภัณฑ์จากพืชที่ใช้ทำแป้ง